

## 论 著

## MRA+DWI扫描对急性脑梗死患者出血性转化的预测价值分析\*

杨川<sup>1</sup> 陈明<sup>1</sup> 杨洸<sup>2</sup>  
蒲宇双<sup>3</sup> 徐川奇<sup>1</sup> 吴胜才<sup>1\*</sup>

1.遂宁市中医院影像科(四川遂宁 629000)

2.蓬安县人民医院影像科(四川南充 637000)

3.遂宁市中心医院影像科(四川遂宁 629000)

**【摘要】目的** 分析MRA+DWI扫描对急性脑梗死患者出血性转化的预测价值。**方法** 回顾性分析2021年1月至2024年1月救治的103例行磁共振血管成像(MRA)与磁敏感加权成像(DWI)扫描的急性脑梗死患者的临床资料,依据是否出现出血性转化分为出血组及非出血组,比较两组患者入院时DWI参数(梗死面积、表观扩散系数(ADC))、MRA参数(血管狭窄或闭塞情况、侧支循环情况)差异。经ROC曲线分析上述指标对急性脑梗死患者发生出血性转化的预测效能。依据《中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019》的分型标准将急性脑梗死后出血性转化分为轻中度组及重度组,比较不同出血性转化程度患者入组时DWI参数(DWI高信号(高亮区)面积、表观扩散系数(ADC))、MRA参数(血管狭窄或闭塞情况、侧支循环情况)水平。**结果** 经影像学检查,103例急性脑梗死患者确诊为出血性转化患者62例(60.19%),非出血性转化患者41例(39.81%)。出血组梗死面积、血管狭窄率均明显高于非出血组( $P<0.05$ );ADC、侧支循环良好率均明显低于非出血组( $P<0.05$ )。ROC曲线结果显示,梗死面积、ADC、血管狭窄率、侧支循环良好率在急性脑梗死后出血性转化中的预测中的曲线下面积(AUC)分别为0.932、0.973、0.877、0.912。轻中度组梗死面积、血管狭窄率均明显低于重度组( $P<0.05$ );ADC、侧支循环良好率明显高于重度组( $P<0.05$ )。**结论** MRA+DWI扫描对急性脑梗死患者出血性转化预测价值较高。

**【关键词】** MRA; DWI; 急性; 脑梗死; 出血性转化

**【中图分类号】** R651.1

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 四川省卫生健康科研课题(21SC-PJ161)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.03.008

## Predictive Value of MRA+DWI Scan on Hemorrhagic Transformation in Patients with Acute Cerebral Infarction\*

YANG Chuan<sup>1</sup>, CHEN Ming<sup>1</sup>, YANG Guang<sup>2</sup>, PU Yu-shuang<sup>3</sup>, XU Chuan-qi<sup>1</sup>, WU Sheng-cai<sup>1\*</sup>.

1.Department of Imaging, Suining Municipal Hospital of TCM, Suining 629000, Sichuan Province, China

2.Department of Imaging, People's Hospital of Peng'an County, Nanchong 637000, Sichuan Province, China

3.Department of Imaging, Suining Central Hospital, Suining 629000, Sichuan Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the predictive value of MRA+DWI scan on hemorrhagic transformation in patients with acute cerebral infarction. **Methods** The clinical data of 103 patients with acute cerebral infarction who received magnetic resonance angiography (MRA) and susceptibility weighted imaging (DWI) scan in the hospital were retrospectively analyzed from January 2021 to January 2024. According to whether hemorrhagic transformation occurred, they were divided into hemorrhagic group and non-hemorrhagic group. The differences in DWI parameters [infarction area, apparent diffusion coefficient (ADC)] and MRA parameters (vascular stenosis or occlusion, collateral circulation) were compared between groups. ROC curve was used to analyze the predictive efficiency of the above indicators on hemorrhagic transformation in patients with acute cerebral infarction. According to the classification criteria of Chinese Consensus on Diagnosis and Treatment of Hemorrhagic Transformation after Acute Cerebral Infarction 2019, patients with hemorrhagic transformation after acute cerebral infarction were classified into mild-to-moderate group and severe group. The DWI parameters [DWI high signal (highlight area) area, ADC] and MRA parameters (vascular stenosis or occlusion, collateral circulation) were compared among patients with different degrees of hemorrhagic transformation. **Results** After imaging examination, 62 cases (60.19%) of hemorrhagic transformation and 41 cases (39.81%) of non-hemorrhagic transformation were confirmed among 103 patients with acute cerebral infarction. The infarction area and vascular stenosis rate in hemorrhagic group were significantly higher than those in non-hemorrhagic group ( $P<0.05$ ) while the ADC and good collateral circulation rate were significantly lower than those in non-hemorrhagic group ( $P<0.05$ ). ROC curve results showed that the areas under the curves (AUCs) of the related indicators in the prediction of hemorrhagic transformation after acute cerebral infarction were 0.932, 0.973, 0.877 and 0.912 respectively. The infarction area and vascular stenosis rate in mild-to-moderate group were significantly lower ( $P<0.05$ ) while the ADC and good collateral circulation rate were significantly higher than those in severe group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** MRA+DWI scan has high predictive value on hemorrhagic transformation in patients with acute cerebral infarction.

**Keywords:** MRA; DWI; Acute; Cerebral Infarction; Hemorrhagic Transformation

急性脑梗死是全球范围内导致死亡和致残的重要原因之一<sup>[1-2]</sup>。随着溶栓及机械取栓技术的广泛应用<sup>[3]</sup>,患者的预后有所改善<sup>[4]</sup>,但出血性转化仍是急性脑梗死常见并发症之一<sup>[5]</sup>,该症的发生能够显著增加患者的病死率及致残率<sup>[6]</sup>,严重威胁患者生命安全。因此,及时对出血性转化的发生风险进行预测,对改善患者预后具有重要临床意义。近年来,随着医学影像技术的发展,弥散加权成像(DWI)<sup>[6]</sup>、磁共振血管成像(MRA)<sup>[7]</sup>等技术广泛应用于急性脑梗死的诊断及预后的评估。DWI可通过反映脑组织水分子扩散受限的程度显示缺血性脑损伤区域<sup>[8]</sup>;而MRA则可以动态评估脑血管狭窄或闭塞的情况,揭示脑血流动力学的变化<sup>[9]</sup>。上述两种技术不仅能够确定梗死区域的大小及严重程度,还可评估病变区周围的侧支循环及组织再灌注状态,这有助于预测出血性转化的发生。基于此,本研究通过分析MRA与DWI在急性脑梗死患者中的应用,并通过DWI高信号区域大小、表观扩散系数(ADC)变化等量化指标探讨上述影像技术对急性脑梗死患者出血性转化风险预测的预测价值,现详述如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析2021年1月至2024年1月于我院救治的103例行磁共振血管成像(MRA)与磁敏感加权成像(DWI)扫描的急性脑梗死患者的临床资料,依据是否出现出血性转化分为出血组及非出血组,其中男性54例,女性49例,平均年龄( $69.31\pm 6.13$ )岁。

**纳入标准:** (1)符合《中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019》<sup>[10]</sup>中继发性出血性转化诊断标准; (2)18岁及以上; (3)急性脑梗死患者发病时间在24小时以内; (4)行DWI及MRA的患者; (5)患者及家属均签署《知情同意书》。**排除标准:** (1)合并脑出血疾病者; (2)合并严重系统疾病及重要脏器功能障碍者; (3)合并伴有DWI及MRA检查、再灌注治疗禁忌证者; (4)合并伴有影响本研究的其他疾病及病史者。

## 1.2 方法

**1.2.1 MRA检查:** 患者采取仰卧位,将头部固定于SIEMENS Avanto 1.5T MRI的头部线

**【第一作者】** 杨川,男,主治医师,主要研究方向:血管成像及骨肌系统。E-mail: 15881900443@163.com

**【通讯作者】** 吴胜才,男,主任医师,主要研究方向:神经系统、消化系统疾病。E-mail: 15881900443@163.com

圈,并保持安静不动。随后采用MRI扫描仪以扫描持续时间为3min6s、扫描矩阵为256256、视野为230mm、翻转角为18°、层厚为0.9mm、回波时间为2ms、重复时间为20ms为MRA参数进行扫描,并记录两组患者管狭窄或闭塞及侧支循环情况。

1.2.2 DWI检查:患者采取仰卧位,将头部固定于SIEMENS Avanto1.5T MRI的头部线圈,并保持安静不动。随后采用MRI扫描仪以扫描持续时间为48s、扫描矩阵为128128、视野为240mm、层间距为1.2mm、层厚为6.0mm、回波时间为82ms、重复时间为3100ms、b值为1000s/mm<sup>2</sup>为DWI参数进行扫描,并记录两组患者管狭窄或闭塞及侧支循环情况。

**1.3 评估标准**

1.3.1 出血性转化评估标准 《中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019》中指出,脑梗死后首次头颅CT/MRI未发现出血,再次头颅CT/MRI检查时发现颅内出血或根据首次头颅CT可以确定的出血性梗死。

1.3.2 出血性转化严重程度评估标准 以《中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019》中Heidelberg分型,将已确诊为出血性转化的急性脑梗死患者分为两亚组,其中PH1型(血肿<梗死面积的30%,伴有轻微占位效应)及PH2型(血肿>梗死面积的30%,有明显占位效应)为重度出血性转化,纳入重度组;HI1型(沿梗死灶边缘点状出血,无占位效应)及HI2型(梗死内片状无占位效应出血或多个融合的点状出血,无占位效应)为轻中度出血性转化,纳入轻中度组。

**1.4 观察指标** 依据其是否出现出血性转化分为出血组及非出血组,比较这两组患者DWI参数[梗死面积、ADC]、MRA参数(大脑中动脉血管狭窄情况、大脑中动脉侧支循环情况)差异,经ROC曲线评估上述指标在出血性转化中的预测效能,并以中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019》中Heidelberg分型为出血性转化严重程度的判断标准,将出血性转化患者为轻中度组(HI1型及HI2型)及重度组(PH1型及PH2型),比较两亚组患者入组时上述指标的不同。

**1.5 统计学方法** 采用SPSS 25.0软件进行数据分析,其中计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用独立样本t检验;计数资料以[n(%)]表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验;采用MedCal软件绘制ROC曲线,以P<0.05为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 影像学检查结果** 影像学检查结果显示,103例急性脑梗死患者确诊为出血性转化患者62例(60.19%),非出血性转化患者41例(39.81%)。

**2.2 出血组与非出血组DWI及MRA参数比较** 出血组梗死面积、血管狭窄率均显著高于非出血组(P<0.05);ADC、侧支循环良好率均显著低于非出血组(P<0.05),见表1。

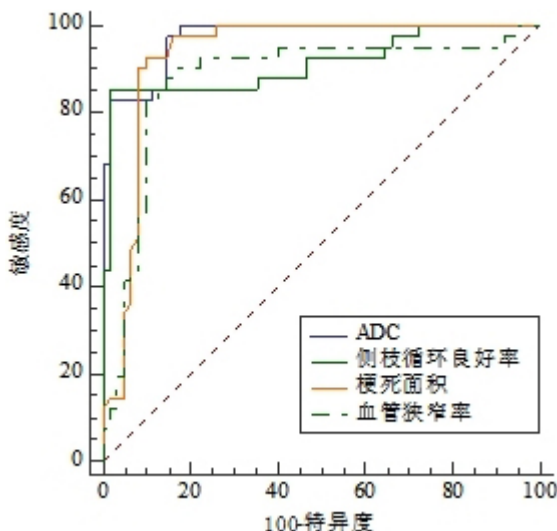
**2.3 相关指标在急性脑梗死后出血性转化中的预测效能** 梗死面积、ADC、血管狭窄率、侧支循环良好率在急性脑梗死后出血性转化中的预测中的曲线下面积(AUC)分别为0.932、0.973、0.877、0.912,见表2、图1。

**表1 出血组与非出血组DWI及MRA参数比较[n(%)]**

组别	例数	梗死面积(cm <sup>2</sup> )	ADC(10 <sup>-6</sup> mm <sup>2</sup> /s)	血管狭窄率(%)	侧支循环良好率(%)
出血组	62	9.26±1.01	575.67±14.57	47.83±6.17	45.96±4.47
非出血组	41	7.23±0.22	669.78±15.73	38.69±4.32	62.46±6.71
t值		12.653	31.085	8.237	14.991
P值		0.000	0.000	0.000	0.000

**表2 相关指标在急性脑梗死患者出血性转化中的预测效能**

参数	AUC	cut-off值	95%CI	P值	敏感度	特异度	约登指数
梗死面积	0.932	7.71 cm <sup>2</sup>	0.865~0.972	<0.001	0.903	0.927	0.830
ADC	0.973	590.98×10 <sup>-6</sup> mm <sup>2</sup> /s	0.920~0.995	<0.001	0.951	0.880	0.831
血管狭窄率	0.877	43.40%	0.798~0.934	<0.001	0.839	0.902	0.741
侧支循环良好率	0.912	56.27%	0.840~0.959	<0.001	0.887	0.951	0.838



**图1** 相关指标在急性脑梗死患者出血性转化中的预测效能的ROC曲线。

**2.4 不同程度出血性转化DWI及MRA参数比较** 轻中度组梗死面积、血管狭窄率均显著低于重度组( $P<0.05$ ); ADC、侧支循环良

好率显著高于重度组( $P<0.05$ ), 见表3。  
**2.5 典型病例** 见图2。

表3 不同程度出血性转化DWI及MRA参数比较[n(%)]

组别	例数	梗死面积( $\text{cm}^2$ )	ADC( $10^{-6}\text{mm}^2/\text{s}$ )	血管狭窄率(%)	侧支循环良好率(%)
轻中度	33	8.99±0.77	580.42±10.01	45.23±3.39	48.31±1.26
重度	29	9.57±0.54	570.27±8.11	50.79±2.14	43.29±3.31
t值		3.388	4.348	7.597	8.079
P值		0.001	0.000	0.000	0.000



图2 典型病例图。女, 71岁, 突发意识障碍2h+入院, 经临床诊断确诊为急性脑梗死。入院行急诊CT, 仅见右侧颞枕叶脑软化灶(图2A)。1d后行DWI, 见其左侧额顶叶小片状急性脑梗塞灶(图2B); 行MRA, 左侧大脑中动脉M3段分支纤细(图2C)。5d后复查, 见脑梗塞伴出血灶(图2D)。

### 3 讨论

出血性转化为急性脑梗死常见并发症之一<sup>[11]</sup>, 能够加重患者脑损伤<sup>[12]</sup>, 使得神经功能损伤程度更为严重, 造成患者死亡率及致残率增加<sup>[13]</sup>, 同时, 还限制后续治疗选择。不仅影响患者的生存, 还显著降低其生活质量, 延长住院时间并增加医疗费用。因此, 准确预测出血性转化的发生对于临床决策至关重要。近年来, 影像学技术在预测急性脑梗死患者出血性转化发生方面具有潜在临床价值。

脑血管的狭窄程度与脑梗死的范围和严重程度直接相关<sup>[14]</sup>, 而大面积脑梗死区域由于缺血时间长、血管壁脆弱, 在灌注后出血性转化发生风险较高。MRA可通过显示血管的完整性和侧支循环的情况, 有助于判断高风险的血管病变, 提供重要的预后信息, 且具有无创性。有研究表明, 梗死面积较大的患者出血性转化发生风险较高<sup>[15]</sup>, 尤其是在大血管闭塞的情况下, 梗死核心的扩展使得血脑屏障被破坏的严重程度进一步加重。DWI能够准确显示缺血区域及梗死面积, 可快速、直观地预测潜在出血性转化风险。二者联合应用, 能够综合评估脑血管状态及脑组织损伤, 精确定位患者梗死区域, 可在短时间内为医生提供血管及脑组织的精准病变信息, 使得对出血性转化的早期评估更加全面、快速, 避免延误治疗。本研究表明, 出血性梗死面积、血管狭窄率均明显高于非出血组; ADC、侧支循环良好率均明显低于非出血组, 表明MRA及DWI对急性脑梗死患者出血性转化具有一定的预

测作用, 究其原因可能为以下几点: ①大面积梗死会导致血管壁更加脆弱, 使得疾病对血脑屏障的破坏进一步加重, 进而导致血液渗入脑实质中, 造成出血性转化。此外, 较大的梗死区域可增加缺血性代谢产物的积累, 导致脑组织的炎症反应及微血管的结构变化, 进一步诱发出血性转化; ②血管狭窄率较高会造成血流长期不足会导致脑组织严重缺血, 血管壁较为脆弱, 致使血流恢复造成血管破裂而引发出血性转化; ③ADC值低表明脑组织存在严重的细胞性水肿, 提示缺血性损伤严重, 而严重的缺血性水肿会增加脑血管的脆弱性, 使得血管更容易发生再灌注后破裂, 导致出血性转化; ④对于侧支循环不良的患者而言, 脑组织长时间处于严重的缺血状态, 使得血管内皮受损程度更加严重, 经再灌注治疗后, 局部血流突然恢复, 变化更加剧烈, 造成血管破裂风险增加, 出血性转化风险增加。因此, 上述指标能够对急性脑梗死患者出血性转化具有一定的预测作用。

本研究还发现, 梗死面积、血管狭窄率、ADC、侧支循环良好率均对急性脑梗死患者出血性转化具有良好的预测效能, 推测因素可能为以下几点: ①梗死面积越大, 表明脑组织缺血坏死越严重, 血管壁更加脆弱, 脑组织的修复能力及对血流的承受力均较差, 因此再灌注时局部血流变化会导致脆弱的血管破裂, 进而引发出血性转化; ②严重的血管狭窄限制了脑组织的血液供应, 加重局部缺血。当再灌注治疗恢复血流时, 之前处于缺血状态的

脆弱血管壁易受到血流冲击而发生破裂；③低ADC值区域的脑组织受损，缺乏对血流恢复的耐受性，再灌注时该区域的脑组织血管壁易被破坏，造成出血性转化；④侧支循环不良的患者，由于缺乏有效的血流代偿，使得梗死区域的缺血更加严重，血管的脆弱性增加，血脑屏障破坏严重，再灌注时更容易发生出血性转化。上述指标的综合评估可提供多维度的预测信息，使得临床对出血性转化风险评估更加全面精确。另外，在本研究中，轻中度组梗死面积、血管狭窄率均低于重度组；ADC、侧支循环良好率高于重度组，表明上述指标可随出血性转化的严重程度而变化，这可能因为上述指标与患者脑组织受损范围、再灌注风险、脑组织缺血损伤严重程度、脑组织对再灌注的耐受性等息息相关。

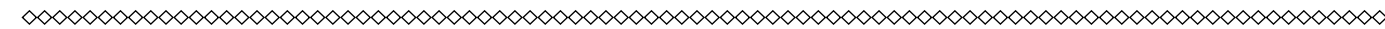
综上所述，MRA+DWI对急性脑梗死患者出血性转化预测价值较好，有助于监测并预防出血性转化的发生，以便及时采取相关治疗措施。

## 参考文献

- [1]王康萌,赵振强,赵博,等.急性脑梗死动脉溶栓治疗的进展与展望[J].重庆医学,2024,53(12):1883-1888.
- [2]刘博会,焦慧娟,刘俊平,等.丁苯酞对急性脑梗死患者血管内皮功能和神经功能的改善[J].西北药学杂志,2024,39(3):100-104.
- [3]高营礼,贾永林,张保华.机械介入取栓术联合阿替普酶静脉溶栓对急性脑梗死神经功能及TIMI分级的影响[J].罕少疾病杂志,2024,31(7):10-12.
- [4]肖文,蒲晓龙,柏杖勇,等.动静脉联合溶栓与机械取栓治疗急性脑梗死的临床疗效及对患者预后的影响[J].河北医学,2017,23(9):1498-1502.

- [5]田杨,李蕾,孟岳,等.IVIM-DWI灌注参数与中青年急性脑梗死神经功能缺损程度及溶栓后出血性转化的相关性[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(11):11-14.
- [6]黄攀,陈浩扬,杨勇,等.轻型缺血性卒中患者静脉溶栓的疗效分析[J].中国脑血管病杂志,2019,16(5):231-236.
- [7]伍忠根,傅闻兰,简昊,等.MRA结合MRI在脑血管病中的筛查价值[J].罕少疾病杂志,2015,22(5):7-10.
- [8]刘维,苗重昌.DWI联合SWI在急性缺血性卒中病情程度评价及溶栓后出血转化预测中的应用价值[J].卒中与神经疾病,2023,30(5):480-485.
- [9]陈蝶,陈红,吴晶晶,等.颈部血管超声,CT血管成像及磁共振血管造影诊断急性脑梗死患者颈动脉狭窄的研究[J].中国医学装备,2023,20(4):52-55.
- [10]中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019[J].中华神经科杂志,2019,52(4):252-265.
- [11]冯浩,李晚兵,赵佳佳,等.血清sRAGE,Hcy,MMP-9水平与急性脑梗死患者机械取栓后出血性转化发生风险间的相关性分析[J].临床和实验医学杂志,2023,22(23):2473-2477.
- [12]余凡,王小平.急性脑梗死患者静脉溶栓发生出血性转化的独立危险因素分析[J].实用临床医药杂志,2017,21(21):87-88.
- [13]李艳,苏志强,张彬.单核细胞/高密度脂蛋白比值与急性脑梗死出血性转化和预后的研究[J].中国临床神经科学,2021,29(2):232-235,240.
- [14]刘亮.头部CTA检查对脑梗死患者脑血管狭窄程度的诊断价值分析[J].黑龙江医药科学,2024,47(2):196-198.
- [15]杨艳红,高迪,刘丽君,等.80岁及以上非血管再通治疗脑梗死患者出血转化的风险及相关危险因素研究[J].中华老年心脑血管病杂志,2022,24(3):285-288.

(收稿日期:2024-10-29)  
(校对:翁佳鸿 排版:张鸿燊)



(上接第19页)

综上,TLE患者记忆功能受损与海马体积变化有一定关系,MRI测量可发现海马体积变化,且对海马体积测量较为立体与精准,或可通过测量海马体积来反映TLE患者记忆功能状态。

## 参考文献

- [1]Chen J,Wang Y,Chen C,et al.Activation of medial septum cholinergic neurons restores cognitive function in temporal lobe epilepsy[J].Neural Regen Res,2023,18(11):2459-2465.
- [2]赵腾跃,李华,殷涛,等.功能磁共振成像技术在药物难治性颞叶癫痫患者的记忆、语言及认知功能评估方面的应用[J].影像科学与光化学,2021,39(3):417-421.
- [3]张鸿,王经泰,何英杰,等.海马萎缩异质性的轻度认知障碍患者皮质下核团体积变化的研究[J].中华老年医学杂志,2021,40(8):1055-1056.
- [4]秦兵,吴逊,徐纪文,等.2014年国际抗癫痫联盟癫痫新定义会议[J].中华医学杂志,2014,94(28):2161-2164.
- [5]尹克杰,许尚文.常规MRI阴性颞叶癫痫默认模式网络的fMRI研究[J].医学影像学杂志,2023,33(2):192-197.
- [6]邓颖欣,肖新兰,向海鸿.基于海马体积的颞叶内侧癫痫MRI研究进展[J].临床放射学杂志,2023,42(12):2014-2017.
- [7]石云科,黄茜,乔雪婷.颞叶癫痫患者认知功能异常因素及与MRI皮层下结构体积的关系[J].中国实用神经疾病杂志,2023,26(12):1468-1474.
- [8]Agudelo Valencia P,van Klink NEC,van't Klooster MA,et al.Are HFOs in the Intra-operative ECoG Related to Hippocampal Sclerosis,Volume and IQ?[J].Front Neurol,2021,12:645925.
- [9]刘景祎,李富慧,张保朝.帕金森认知功能减退患者大脑海马体积MRI评估分析[J].中国实验诊断学,2019,23(1):64-66.
- [10]马鹏程,崔树兰,王晋,等.颞叶癫痫伴认知障碍患者内侧颞叶磁共振体素分析及扩散峰度成像研究[J].磁共振成像,2023,14(2):1-5,20.
- [11]salouchidou PE,Müller CJ,Belke M,et al.Verbal memory depends on structural hippocampal subfield volume[J].Front Neurol,2023,14:1209941.

- [12]邹刚,马鹏程,战丽萍,等.颞叶癫痫患者海马硬化与认知障碍的相关性分析[J].中风与神经疾病杂志,2017,34(12):1093-1096.
- [13]Tavakol S,Kebets V,Royer J,et al.Differential relational memory impairment in temporal lobe epilepsy[J].Epilepsy Behav,2024,155:109722.
- [14]Yang XY,Long LL,Xiao B.Effects of temporal lobe epilepsy and idiopathic epilepsy on cognitive function and emotion in children[J].Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi,2016,18(7):577-81.
- [15]Ballerini A,Talami F,Molinari MA,et al.Exploring the relationship between amygdala subnuclei volumes and cognitive performance in left-lateralized temporal lobe epilepsy with and without hippocampal sclerosis[J].Epilepsy Behav,2023,145:109342.
- [16]Harms A,Bauer T,Fischbach L,et al.Shape description and volumetry of hippocampus and amygdala in temporal lobe epilepsy - A beneficial combination with a clinical perspective[J].Epilepsy Behav,2022,128:108560.
- [17]叶林妹,陈聪,丁芳,等.磁共振成像阴性颞叶癫痫的临床特点分析[J].中华神经科杂志,2020,53(2):103-109.
- [18]周明,邓文超,谢东波,等.基于弥散张量成像分析非病灶性颞叶癫痫患者脑白质网络结构变化与其执行功能障碍的关系[J].中国介入影像与治疗学,2022,19(8):492-496.
- [19]熊雪颖,梅豪,叶乃力,等.3.0 T MRI测定海马体积、嗅球容积、嗅沟深度与早期阿尔茨海默病的相关性[J].磁共振成像,2020,11(10):858-861.
- [20]谢超,王云玲,罕迦尔别克·库雷,等.合成MRI技术及海马体积测量联合MMSE评分对轻度血管性认知障碍患者早期筛查的价值[J].新疆医科大学学报,2023,46(12):1663-1669.

(收稿日期:2024-08-19)  
(校对:翁佳鸿 排版:张鸿燊)